

OBSERVACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS
PEDICELARIOS GLOBIFEROS DE *LOXECHINUS*
ALBUS (MOLINA) 1782

(Echinodermata, Echinoidea, Echinidae)

P O R

ALBERTO LARRAIN P. *

INTRODUCCION.

Los pedicelarios, peculiares estructuras de la superficie del cuerpo de Echinoidea y Asteroidea, tienen el interés de su aparición, aparentemente independiente en ambas clases, el de su ausencia en las otras clases del Phylum, y el de su extraordinaria estructura y funcionamiento. Son además objeto de estudio por la secreción de toxinas en algunos de ellos, así como para aclarar problemas de índole sistemática en algunos Echinoidea.

Loxechinus albus (Molina), erizo comestible chileno, presenta los tipos más generales de pedicelarios, trifoliados, oficéfalos, tridáctilos y globíferos. Estos últimos han sido usados para distinguir a los miembros de las familias Echinidae y Strongylocentrotidae (Bernasconi, 1953 y Fell & Pawson, 1966) por lo que es de mucho interés conocer su estructura macro y microscópica.

El presente trabajo tuvo por metas aclarar la estructura de los pedicelarios globíferos de *Loxechinus albus* y discutir a la luz de ésta, la posición del género en las familias Echinidae y Strongylocentrotidae.

* Departamento de Zoología, Instituto Central de Biología, Universidad de Concepción.

MATERIALES Y METODOS.

El material estudiado fue extraído de ejemplares recolectados por buceo, de poblaciones cercanas a la Isla Quiriquina (Bahía Concepción, Chile) en los meses de junio y julio de 1969 y diciembre de 1970 por el personal de la estación de Biología Marina de la Universidad de Concepción.

Los pedicelarios se separaron del caparazón asiéndolos por la zona basal del pedúnculo, depositándolos en los fijadores (formalina 10% en agua de mar filtrada y etanol 70°). Para la morfología externa se emplearon pedicelarios teñidos enteros, en Rojo carmín y transparentados en Glicerina. En el estudio de las piezas calcáreas se destruyó el tejido blando con hipoclorito de Sodio concentrado (NaClO). Para el estudio de la anatomía interna se emplearon pedicelarios tratados con dos fijadores. Se cortaron a 4 y 6 micrones, después de inclusión en parafina. Se tiñeron con Hematoxilina-eosina, Hematoxilina de Weigert, PAS, y PAS-Gallego.

Se extrajo un total aproximado de 800 pedicelarios, tomados al azar de 47 ejemplares de *L. albus*; de estos, 20 fueron medidos, 40 utilizados para la morfología externa y alrededor de 100 para los cortes histológicos.

Se realizaron además observaciones complementarias de comportamiento de *L. albus* en los acuarios del Laboratorio de la Estación de Biología Marina.

Los dibujos se realizaron con cámara clara, y los esquemas de cortes, en fotografías.

MORFOLOGIA EXTERNA.

Su cabezuela es una modificación de una forma tridentada. Cada valva sostiene en su dorso una formación semiesférica levemente ensanchada en su base (fig. 1a). La región superior de esta estructura presenta un surco medio longitudinal de poca profundidad que en algunos casos está apenas insinuado (fig. 1b).

La cabezuela presenta un diámetro aproximado de 500 u y un largo de 550 u promedios. Un cuello flexible (fig. 1c) de 180 u de diámetro por 200 u de largo, une la cabezuela al pedúnculo (fig. 1d) fino y largo de diámetro aproximado de 140 u y 2 a 3 mm. de longitud.

MORFOLOGIA INTERNA.

Valvas y pedúnculo.

Desintegrado el tejido no calcáreo quedan sólo las valvas calcáreas y el estilete central del pedúnculo. Termina este último en un engrosamiento en la región superior (fig. 1f). Está constituido por

numerosas agujas calcáreas dispuestas paralelamente en dirección longitudinal, en estrecho contacto, constituyendo un rodete cilíndrico.

Cada valva está constituida por una sola pieza de carbonato de Calcio (CaCO_3), de acuerdo a las características generales de las piezas esqueléticas del grupo (figs. 2, 3 y 4). Presentan en su extremo un diente terminal (figs. 2a, 3a y 4a), que forma un ángulo aproximado de 90° con respecto al eje longitudinal medio de la valva. Un par de dientes laterales por lado aparece constante en la población (figs. 2b, 3b y 4b). Las cápsulas de inserción muscular (figs. 2c, 3c y 4c) son pronunciadas y cóncavas, iguales, separadas por un tabique intermedio (figs. 2d, 3d y 4d) longitudinal, que en la región superior se bifurca, separándolas de la cavidad superior (figs. 2e, 3e y 4e). Esta cavidad es alargada y se extiende hasta bajo el diente terminal apical. La pared dorsal de las valvas está ornamentada con pequeños ostíolos de forma circular o elíptica menores de 1 u de diámetro, dispuestos en la zona distal en líneas oblicuas que se entrecruzan y en la zona proximal distribuidos en forma irregular. Las valvas presentan una base ancha terminada en la región inferior en una protuberancia piramidaloide, en la que probablemente se insertan ligamentos articulares. El diente terminal, de alrededor de 70 u de largo, es fino y cónico. Los dientes laterales son similares entre sí, miden hasta 10 u de largo. Observadas las valvas lateralmente, se observa el plano adelantado en que se encuentra el tabique intermedio con respecto a las paredes, lo que permite el cierre ajustado de las mandíbulas.

HISTOLOGIA.

Pedúnculo.

La capa externa la constituye un epitelio (fig. 5a) de tipo epidérmico, monoestratificado cúbico, mucosecretor hacia afuera, con una membrana basal y una cutícula externa anhistá, similar al epitelio que cubre todo el caparazón del animal. Entre esta capa y el mesénquima, y aún dispersas en este último aparecen numerosas fibras musculares de disposición longitudinal y transversal (circular). El estilete central (fig. 5b) está constituido por tejido conjuntivo reticular (especialmente fibras) distinto de las agujas calcáreas, que también son abundantes, con una débil tinción a la hematoxilina. Rodea a esta estructura una envoltura de células mesenquimatosas con numerosos núcleos dispersos muy cromafines.

Cuello.

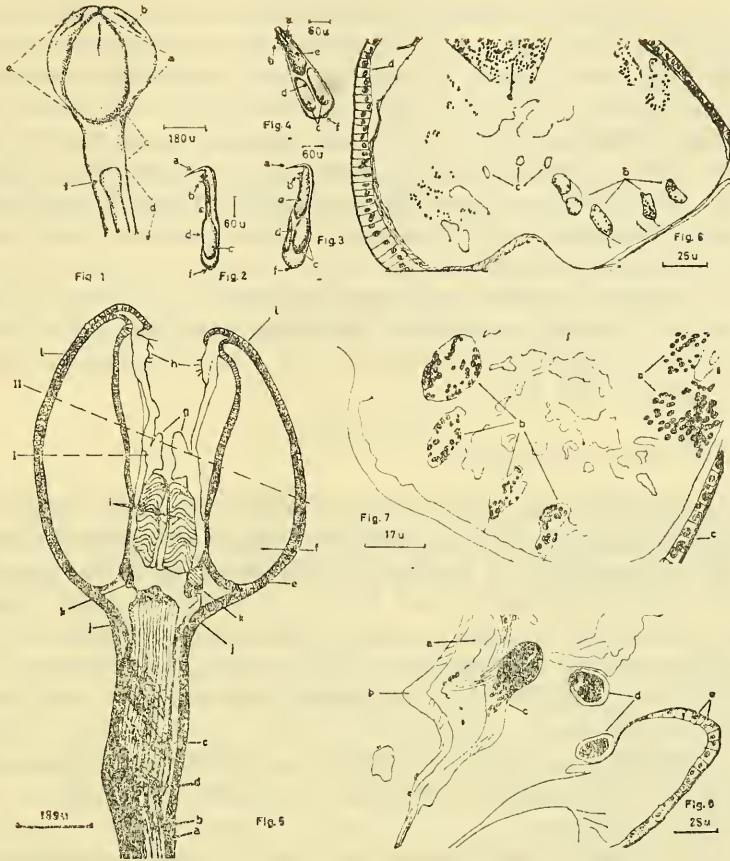
En su extremo superior el estilete determina un rodete de tejido conjuntivo reticular (fig. 5c), a partir de una estructura en roseta (fig. 5d), formada por numerosos espacios ubicados sobre el extremo del pedúnculo, con aspecto de células vacuolizadas. Este rodete cons-

tituye el soporte interno del cuello del pedicelario. Hay asimismo, numerosas fibras musculares, y el epitelio y el mesénquima se asemejan a los del resto del pedúnculo.

Cabezuela.

Sobre el cuello está la cabezuela, cada una de cuyas mandíbulas (tres en total) aparece limitada exteriormente por una delgada cutícula, bajo la cual se encuentra un epitelio de características similares al descrito anteriormente (figs. 5l, 6d, 7c, 8e). Bajo él hay una capa muscular (fig. 5e) de múltiples direcciones, formando una cápsula o estuche que rodea cada una de las glándulas perivalvares. Al interior de esta cápsula aparece la glándula (fig. 5f), no bien definida, de probable estructura sincicial, que posee numerosos gránulos de intensa tinción a la hematoxilina. Estos se agrupan desordenadamente en gran cantidad en la zona media dorsal (fig. 6a) pero forman grupos circulares u ovoidales que dejan un lúmen al centro, en la periferia y especialmente en las regiones parietolaterales (fig. 6b, 7a, b) adyacentes a la envoltura muscular. Estas agrupaciones son generalmente tres en la región parietal interna, y no aparecen nunca en la región dorsal externa. En el mesénquima glandular aparecen, además, algunas zonas circulares u ovoidales de menor tamaño que las anteriores, aunque mejor definidas, sin acúmulo de gránulos en su interior (fig. 6c). Ambas estructuras se hacen presentes en cortes transversales seriados a diferentes alturas, y aunque no resultan nítidos en algunas direcciones de corte (longitudinal, sagital), deben ser interpretados como conductos.

En la zona central mediana de cada mandíbula aparece bajo la capa muscular el espacio correspondiente a la valva calcárea que se ha disuelto por efecto de la acidez del fijador (formalina sin buffer). Rodea a la cabezuela, también en la zona de contacto entre las mandíbulas, un epitelio de revestimiento del mismo tipo de los anteriores. Es posible observar, además, un haz de tejido nervioso por la zona interna de cada mandíbula (fig. 8d), que se ensancha para dar origen a un botón terminal coincidente por la posición y estructura de una terminación sensitiva (Hyman 1955, Cuenot 1948, Lang 1891, Chia 1970). Exteriormente aparece un grupo de cilios sobre una agrupación de cuerpos celulares con los que tienen relación. Estos cuerpos celulares aparecen comunicados directamente con el filete nervioso (fig. 8c). La terminación está ubicada a media altura (fig. 5g) y tiene una estructura homóloga en la región apical, bajo el diente terminal (fig. 5h). Aparecen también los cilios al exterior y bajo ellos una agrupación de cuerpos celulares, que no hacen prominencia como en la anterior. La relación de esta estructura con el filete nervioso no está clara aún.



- Fig. 1.—a: glándula; b: surco; c: cuello; d: pedúnculo; e: cabezuela; f: engrosamiento del pedúnculo.
- Fig. 2.—a: diente terminal; b: dientes laterales; c: cápsulas de inserción muscular; d: tabique intermedio; e: cavidad superior; f: protuberancia basal.
- Fig. 3.—a: diente terminal; b: dientes laterales; c: cápsulas de inserción muscular; d: tabique intermedio; e: cavidad superior; f: protuberancia basal.
- Fig. 4.—a: diente terminal; b: dientes laterales; c: cápsulas de inserción muscular; d: tabique intermedio; e: cavidad superior; f: protuberancia basal.
- Fig. 5.—a: epitelio externo; b: estilete central del pedúnculo; c: rodete conjunto; d: roseta; e: cápsula muscular; f: glándula; g: terminación media; h: terminación sub-apical; i: músculo aductor; j: músculo flexor; k: músculo abductor; l: epitelio externo. I: dirección aproximada del corte de Figs. 6 y 7; II: dirección aproximada del corte de Fig. 8.
- Fig. 6.—a: gránulos cromafines (zona media dorsal); b: gránulos cromafines (región parietolateral); c: conductos sin gránulos cromafines; d: epitelio externo.
- Fig. 7.—a: gránulos cromafines (zona media dorsal); b: gránulos cromafines en conductos (región parieto-lateral); c: epitelio externo.
- Fig. 8.—a: espacio dejado por la valva decalcificada; b: cápsula muscular engrosada; c: relación entre haz nervioso y terminación sensitiva; d: haces nerviosos; e: epitelio externo.

En la región central media inferior se encuentran los voluminosos músculos aductores, cuyas fibras son claramente visibles (fig. 5i). Hay evidencia de que se trata de musculatura estriada, al menos en parte.

Las glándulas están adheridas a la valva por medio de la cápsula muscular que las rodea, que en la región de contacto se engruesa (fig. 8b). Esta cápsula se prolonga en la región inferior, continuando en la capa muscular periférica del cuello, lo que constituye virtualmente el músculo flexor (fig. 5j).

El músculo abductor de las mandíbulas es el tercer tipo de músculos que opera la cabezuela, insertándose en la región postero-inferior de las valvas y en el extremo del rodete conjuntivo que les sirve de asiento (fig. 5k).

CONCLUSIONES Y DISCUSION.

La existencia de cuello entre el pedúnculo y la cabezuela del pedicelario aporta un criterio conflictivo con la ubicación del género monotípico *Loxechinus* en la familia Echinidae (Fell & Pawson, 1966), ya que los representantes de esta familia no deben tenerlo. También resulta conflictivo con respecto a la inclusión del género en la familia Strongylocentrotidae (Bernasconi, 1953) el hecho de que las valvas poseen dientes laterales que no deberían existir en esta familia (Bernasconi, 1953).

El estilete central del pedúnculo no debe ser considerado como meramente calcáreo, sino formado en gran parte por fibras de tejido conjuntivo y células.

Las glándulas no tienen en este caso la estructura tipificada en la literatura (Hyman 1955, Cuenot 1948, Lang 1891) sino constituyen una especie de sincicio, con una secreción apócrina, y en el cual son visibles los conductos. En esta situación se asemeja a la descrita recientemente para otra especie (Chia, 1970).

La descripción, por primera vez, de un ganglio nervioso en equinoídeos, hecha en pedicelarios globíferos de *Psammechinus miliaris* (Chía, 1970), no parece tener paralelo en este caso, a pesar de existir una muy marcada semejanza entre los pedicelarios de esta especie y los de *L. albus*. La ubicación de las terminaciones sensitivas es bastante aproximada. La superior, sin embargo, en *L. albus* no presenta ganglio, sino una agrupación de cuerpos celulares periféricos en comunicación directa con la ciliatura y cuyas relaciones con el filetes nervioso no son claras.

La estructura general de los pedicelarios globíferos de *L. albus* les otorga a estos pequeños apéndices del caparazón la flexibilidad necesaria para la función que desempeñan, impidiendo efectivamente la implantación de parásitos o epizoos. A juzgar por las observaciones hechas en ejemplares vivos, no juegan papel alguno en la alimentación

ni movilización. Se desprenden con bastante facilidad del caparazón mediante ruptura. No hay evidencia anatómica que haga pensar en una zona de autonomía que ayudaría al pedicelario a desprenderse. La capacidad de autodermofilia (Uexkull 1899 in Hyman 1955) se ve disturbada en un período de stress como la exposición del individuo al medio aéreo por corto tiempo; al volver al medio acuático los pedicelarios se toman entre ellos, cerrando las mandíbulas de manera que resulta difícil desprenderlos y separarlos. No atacan a un comensal, que deambula entre las espinas sin ser disturbado (*Liopetrolisthes mitra* (Dana)). Estas dos últimas consideraciones hacen pensar en que la función receptora de los apéndices sea quimioceptora.

RESUMEN

Se estudia la anatomía externa de los pedicelarios globíferos de *Loxechinus albus* (Molina), la morfología de sus piezas calcáreas y la histología, así como algunas observaciones de comportamiento complementarias.

Se describen dientes laterales de la valva en mayor número que los conocidos en las publicaciones hasta la fecha (un par a cada lado). Se describe un rodete conjuntivo que sirve de asiento a las valvas en el extremo del estilete y cuello. Se postula un modelo de secreción apócrina por parte de un mesénquima sincicial, con vaciamiento mediante conductos que muestran acúmulo de gránulos de secreción en su lúmen. Se discute sobre la base de la morfología del pedicelario globífero la posición del género *Loxechinus* en las familias Echinidae y Strongylocentrotidae.

SUMMARY

The present paper deals with the anatomy of the globiferous pedicellariae of the regular sea urchin *Loxechinus albus* (Molina). The morphology of its calcareous pieces, the general histology and some observations of the behavioral patterns of these little organs are described.

Two lateral teeth on each side under the central tooth (only one had been described), and a connective rod supporting the neck, are described for the first time. A secretory model is outlined, consisting mainly in a mesenchymatous syncytial gland, with ducts for venom discharge. On the basis of the anatomy of the globiferous pedicellariae, the position of the genus *Loxechinus* in the families Echinidae and Strongylocentrotus is discussed.

BIBLIOGRAFIA

- BACGETTI, B.
1967 The problem of the epineural muscle structure in invertebrates. *Monitore zool. ital. (N.S.)* 1 : 23-35.
- BERNASCONI, I.
1925 Resultados de la Primera Expedición a T. del Fuego (1921). *Equinodermos. I Equinoideos. An. soc. cient. arg. Buenos Aires.* 99: 247-261.
- BERNASCONI, I.
1953 Monografía de los Equinoideos Argentinos. *An. Mus. Hist. Nat. Montevideo. Ser. 2 6 (2) : 33-58 lam VII, XI, XII.*
- COBB, J. L. & M. S. LAVERACK
1967 Neuromuscular Systems in Echinoderms. *Symp. zool. Soc. Lond.* 20 : 25-51. Academic Press London.
- CUENOT, L.
1948 Anatomie, Ethologie et Systematique des Echinodermes. *in P. Grassé: Traité de Zoologie II : 1-272.* Masson et cie. Paris.
- CHIA, F. S.
1970 Histology of the globiferous pedicellariae of *Psammechinus miliaris* (Echinodermata, Echinoidea). *J. Zool. Lond.* 160 : 9-16.
- FELL, H. B. & D. L. PAWSON
1966 Echinacea *in* Treatise on Invertebrate Paleontology. Geological Soc. Of America. Part U 3 : U431. Univ. of Kansas Press.
- HOLLAND, N. D. & HOLLAND, L. Z.
1969 A bibliography of echinoderm biology continuing Hyman's 1955 bibliography through 1965. *Pubbl. Staz. Zool. Nap.* 37 : 441-543.
- HYMAN, L. H.
1955 The invertebrates. Echinodermata, the coelomate bilateria. 4 : 413-589. Mac Graw Hill Book Co. Inc.
- LANG, A.
1898 Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie. X : 297-577. Masson et cie. Paris.
- MORTENSEN, TH.
1936 Echinoidea and Ophiuroidea. *in* Discovery Reports XII : 199-348. Cambridge Univ. Press. London.
- MORTENSEN, TH.
1943 A Monograph of the Echinoidea. III, : 171-175. Carlberg Fund. Copenhagen.